

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003年9月18日 (18.09.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/076150 A1

(51) 国際特許分類: B28D 5/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/02941

(22) 国際出願日: 2003年3月12日 (12.03.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願2002-66941 2002年3月12日 (12.03.2002) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三星ダイヤモンド工業株式会社 (MITSUBOSHI DIAMOND INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒564-0044 大阪府吹田市南金田2丁目12番12号 Osaka (JP).

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 大津泰秀 (OTSU, Yasuhide) [JP/JP]; 〒564-0044 大阪府吹田市南金田2丁目12番12号 三星ダイヤモンド工業株式会社内 Osaka (JP). 枝達雄 (EDA, Tatsuo) [JP/JP]; 〒564-0044 大阪府吹田市南金田2丁目12番12号 三星ダイヤモンド工業株式会社内 Osaka (JP).

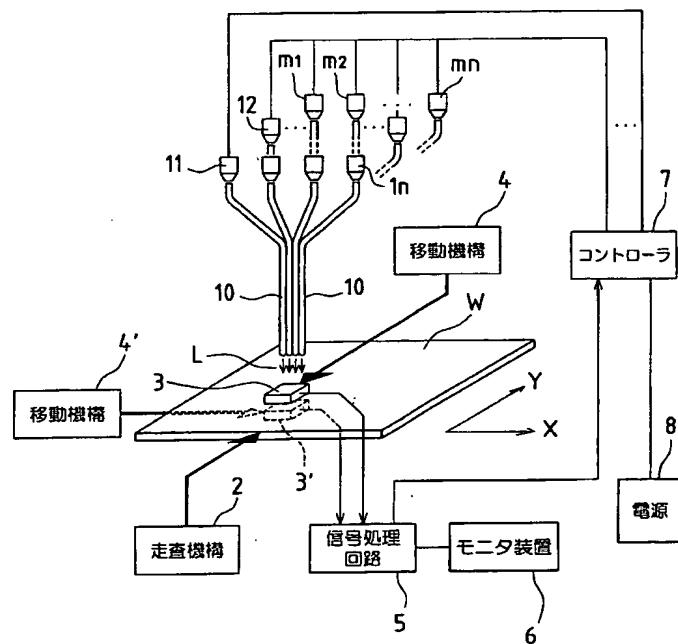
(74) 代理人: 倉内義朗 (KURAUCHI, Giro); 〒530-0047 大阪府大阪市北区西天満4丁目14番3号住友生命御堂筋ビル Osaka (JP).

(81) 指定国(国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,

[続葉有]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR MACHINING FRAGILE MATERIAL

(54) 発明の名称: 脆性材料の加工方法及び加工装置



2...SCANNING MECHANISM
4...MOVING MECHANISM
4'...MOVING MECHANISM
5...SIGNAL PROCESSING CIRCUIT
6...MONITOR
7...CONTROLLER
8...POWER SUPPLY

(57) Abstract: A method for machining a fragile material by irradiating the fragile material with a laser beam from a laser light source and moving the irradiating position along a specified line, wherein machining is performed by irradiating the fragile material W with laser beams L from a plurality of laser light sources (11, 12, ..., m1, m2, ..., mn) simultaneously and moving the irradiating range of a laser beam on the surface of the fragile material according to a specified shape. Furthermore, optical waveguides (10 ... 10) for guiding laser beams from respective laser light sources (11, 12, ..., m1, m2, ..., mn) to the fragile material are provided and the surface of the fragile material W is irradiated with synthesized laser beams L under a state where the optical waveguides (10 ... 10) are bundled.

(57) 要約: レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する方法において、複数のレーザ光源11、12、...、m1、m2、...、mnからのレーザ光Lを同時に脆性材料Wに照射して、脆性材料表面上のレーザ光の照射範囲を所定形状にして移動させることにより加工を行う。また、各レーザ光源11、12、...、m1、m2、...、mnからのレーザ光を脆性材料に導く光導波路10...10を設けるとともに、それら光導波路10...10を束ねた状態で、脆性材料Wの表面にレーザ光Lを合成して照射する。



NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 國際調査報告書
— 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

明 細 書

脆性材料の加工方法及び加工装置

5 技術分野

本発明は、ガラス、セラミックあるいは半導体ウエハなどの脆性材料の加工方法及び加工装置に関する。

背景技術

10 レーザ光源からのレーザ光を加工対象の脆性材料の表面に照射し、その際に発生する加熱冷却変化による熱歪を利用して脆性材料を加工することが知られている。

例えば、特公平3-13040号公報には、脆性材料の加工始点に形成した亀裂を、レーザ光照射による熱応力により加工ライン上に沿って誘導することによ
15 って、脆性材料を割断する加工方法が開示されている。また、特表平8-509
947号（特許第3027768号）公報には、脆性材料へのレーザ光照射によ
り発生する熱応力によって材料表面から所定深さまで達する亀裂を形成し、その
亀裂を利用して脆性材料を分断する加工方法が開示されている。

この種の加工に用いられるレーザ光源の代表的なものとして、発振波長が2.
20 9 μmのHFレーザ、発振波長が5.5 μmのCOレーザ、発振波長が10 μm
付近のCO₂・レーザ等のガスレーザが挙げられる。また、固体レーザとして、
種々の波長を発振するルビーレーザ、半導体レーザ等が市販されている。

市販品として入手可能なレーザ光源のうち、1~3 μm付近の波長のレーザ光
はシリコン等の半導体ウエハの加工に用いられており、5~10.6 μm付近の
25 波長のレーザ光はガラス等の脆性材料の加工に用いられている。また、1~10
.6 μm付近の波長のレーザ光を用いて各種セラミック材料を加工することが行
われている。

ところで、レーザ光を用いた加工方法によれば、照射レーザ光の波長によって
加工材料の光吸收率が大きく変わる。その吸収率が大きい場合には、照射レーザ

光の大部分が材料の表面付近で吸収されてしまい、熱伝導によらない照射レーザ光の直接的な加熱は材料表面から数 μ m の深さにまでしか及ばない。

その状況を図 6 に示すと、レーザ光 L の照射にて加熱される加熱領域は、脆性材料 W の厚さに較べると表面付近の非常に局部的な領域であり、材料内部には熱伝導（熱伝導領域）にて熱が伝播してゆく。このため、材料内部が広範囲に加熱されるまでに多くの時間がかかり、このことが加工時間の高速化をはかる上での障害となっていた。

特公平 3-13040 号公報や特表平 8-509947 号（特許第 3027768 号）公報に開示されている加工方法によれば、レーザ光の波長の選定はそれ程厳密に配慮されておらず、照射するレーザ光が最適な吸収波長となっていないことが多い。このため、材料内部の温度上昇に多くの時間を要することから、レーザ光の照射時間を長くとる必要があり、加工速度を速くすることができない。

また、照射時間を長くした際の別の問題として、材料内部が加工（亀裂の形成）に必要な温度に達する前に、照射部の表面付近の温度が材料の溶融温度近く、もしくはそれ以上に加熱されて材料表面付近が溶融してしまうと、精度が良好なスクライブラインを得ることが困難になるという問題がある。なお、特表平 8-509947 号（特許第 3027768 号）公報に開示の加工方法では、材料内部が十分に加熱されるまでに多くの時間を要することから、実用上用いられる走査速度における加熱時間では亀裂を材料の内部深くまでは形成することができないという問題もある。

実用上有効な加工速度を得るためにには、加工に用いるレーザ光の照射面積ができるだけ広範囲になることを意図して、レーザ発振部から出てくるレーザビームの広がりを走査方向に沿って楕円状とか長円状となるように、各種レンズや光学部品を組み合わせて光学系システムに工夫を加えることで実現されている例が開示されている。

発明の開示

本発明は、そのような実情に鑑みてなされたもので、加工速度の速い脆性材料の加工方法及び加工装置の提供を目的とする。

本発明の加工方法は、レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する方法において、複数のレーザ光源からのレーザ光を同時に脆性材料に照射して、脆性材料表面上のレーザ光の照射範囲を所定形状にして移動させることに
5 よって特徴づけられる。

本発明の加工方法において、各レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に導く複数の光導波路（例えば中空光ファイバあるいは中空導波路等）を設けるとともに、それら光導波路を束ねた状態で、脆性材料の表面にレーザ光を合成して照射することが好ましい。

10 本発明の加工方法において、出力強度が異なる複数のレーザ光源を組み合わせて、脆性材料の表面に照射するレーザ光の合成強度分布を調整するという方法を採用してもよい。また、脆性材料の表面に照射するレーザ光の合成ビーム形状が、目的とする形状となるように、複数のレーザ光の脆性材料表面への各照射スポット位置を設定するという方法を採用してもよい。

15 また、複数のレーザ光の照射スポット位置が順次移動するように、これら複数のレーザ光源の発光開始時刻を順次所定の時間差で制御してもよい。

本発明の加工方法の作用を説明する。

複数のレーザ光源からのレーザ光を同時に脆性材料に照射すると、レーザ光が照射される照射面積が増加し、加工対象の脆性材料表面上のレーザ光の照射面積
20 が大幅に広がって、照射時間当たりに加熱される内部の加熱体積が増加する。これにより熱歪が広範囲にわたって発生し、レーザ光を脆性材料の表面上の所定方向に沿って相対運動をさせながら走査してゆく際に、深い領域まで延びる亀裂を高速で進展させることができる結果、加工速度を向上させることができる。

しかも、多数のレーザ光源からの低レーザ光を脆性材料に同時に照射することで、レーザ光源として低出力の半導体レーザを用いることが可能になる。

すなわち、ガスレーザと比較すると通常半導体レーザは出力強度が低く、1個当たりの出力強度は十分ではないが、多数の半導体レーザを用いて、加工対象の脆性材料の表面にレーザ光を同時に照射することにより、必要な熱効果を脆性材料の広い表面領域において同時に作用させて熱歪を広範囲にわたって発生させる

ことが可能になる。

本発明の加工方法の作用を更に詳しく説明する。

まず、レーザ光源の出力はガウス関数で近似することができる。

いま、判り易くするために、1つのレーザ光源の光出力強度の2次元での分布
5 形状を2次関数で近似する。図2に示すように、3個のレーザ光源からのレーザ
光を少しずれた3箇所に同時に照射することを想定する。イ、ロ、ハで示す出力
強度分布のグラフ形状を適当な定数a, b, c, dを用いて、それぞれ、

$$y_1 = a (x + b)^2 + c$$

$$y_2 = a x^2 + c$$

$$10 \quad y_3 = a (x - d)^2 + c$$

で表すと、3つの光出力が合成された光強度分布は、同様に2次関数の形で、

$$Y = A (x - B)^2 + C$$

と表すことができる。ここで、A, B, Cは適当な定数である。従って、あたかも
1つのレーザ光源からのレーザ光が広い面積を照射するような結果となる。な
15 お、実際の場合は、レーザ光源（レーザ光の照射スポット）の配列を3次元配列
とするので、上記したような2次元変化が3次元的な分布変化となる。図3Aと
図3Bにそのような例を模式的に示す。図3Aはビームのピーク位置が2次元平
面状に等間隔に配置された格子点に位置している状況を模式的に示している。各
ピーケ位置が3次元座標を用いて表されている。これに対して図3Bは、中央の
20 ビームのピーケ位置が他の列のピーケ位置より2次元平面状に等間隔に配置され
た格子点の位置から下に一段ずれている状況を模式的に示している。この状況は
、各ビームの出力が概ね等しい場合には、中央の列のビームに対応するレーザの
出力部の取り付け位置を下にずらしている場合に当る。また、各ビームの出力部
の取り付け位置が2次元平面状で等間隔に配置された格子点である場合で、中央
25 の列のビームに対応するレーザの出力が大きい場合にも当てはまる。

以上のことから、より多くのレーザ光源からのレーザ光を同時に脆性材料に照
射することで、広い面積の表面領域を同時に照射することができる。その結
果、脆性材料の内部の広い体積を同時に加熱することができ、加工速度を高める
ことが可能となる。

本発明の加工装置は、以上の特徴をもつ脆性材料の加工方法の実施に適した装置であって、レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する加工装置において、複数のレーザ光源と、その各レーザ光源からのレーザ光を脆性材料の表面に導く光導波路（例えば中空光ファイバあるいは中空導波路等）と、脆性材料へのレーザ光照射位置を移動させる走査手段と、脆性材料のレーザ光照射面における光強度を測定するための光強度測定手段と、該光強度測定手段を脆性材料のレーザ光照射面に沿って移動させる移動手段を備え、その光強度測定手段の出力を、脆性材料の表面に照射される複数のレーザ光の合成強度分布の測定情報として用いるように構成したところに特徴がある。

本発明の加工装置によれば、光強度測定手段の出力に基づいて、脆性材料に照射するレーザ光の合成強度分布が、目的とする強度分布となっているのか否かを確認することができる。また、出力強度が異なる複数のレーザ光源を用いた場合に、合成強度分布がどのような強度分布になるのかを確認することもできる。

なお、本発明は、レーザ光源からのレーザ光の照射により、脆性材料に深い亀裂を入れる切断加工、あるいはレーザ光の照射のみで脆性材料を加工線（スクライブ線）の左右に完全に分離する割断加工のいずれの加工にも適用できる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施形態の構成を模式的に示す図である。

図 2 は、複数のレーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射したときの 2 次元的な光強度分布を模式的に示す図である。

図 3 は、複数のレーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射したときの 3 次元的な光強度分布を模式的に示す図である。

図 4 は、複数のレーザ光源を用いた場合に設定できるビーム形状（平面形状）の例を示す図である。

図 5 は、複数のレーザ光源を用いた場合に設定できるビーム形状（平面形状）の他の例を示す図である。

図 6 は、レーザ光照射により脆性材料の表面付近のみが加熱される状況を模式

的に示す図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施形態を、以下、図面に基づいて説明する。

5 図1は本発明の実施形態の構成を模式的に示す図である。

図1の加工装置は複数のレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ を備えている。これらレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ には半導体レーザが用いられている。

複数のレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ は、加工対象となる脆性材料Wの上方位置に行列状に配置されている。各レーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ からのレーザ光はそれぞれ中空光ファイバ $1_0 \dots 1_0$ を介して脆性材料Wの表面に導かれ、脆性材料Wの表面に同時に照射される。

複数本の中空光ファイバ $1_0 \dots 1_0$ の先端側は束ねられており、各レーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ からのレーザ光Lは束ねられた状態で15脆性材料Wに照射される。これらレーザ光Lの照射スポットはX-Y方向に行列状に配置されており、脆性材料Wへのレーザ光照射により、図3A又は図3Bに模式図に示すような3次元的な光強度分布が形成される。

加工対象となる脆性材料Wは、X-Yテーブル等の走査機構2によって、X-Y方向に移動される。複数のレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ の下方には光強度測定器3が配置されている。

光強度測定器3は、加工対象となる脆性材料Wの表面付近に選択的に配置される。光強度測定器3は、移動機構4によって脆性材料Wの表面と平行な方向（水平方向）に移動され、その移動により、脆性材料Wの表面に照射されるレーザ光Lの合成光強度分布を測定することができる。

25 光強度測定器3の出力は信号処理回路5にて所定の信号処理が施された後、モニタ装置6に入力され、そのモニタ画面上に光強度分布画像が表示される。なお、光強度測定器3は、脆性材料Wの加工時には、加工の障害とならない位置まで移動される。各レーザ光源 $1_1 \dots m_n$ には、動作に必要な電力がコントローラ7を介して電源8から供給されるように電気的接続が施されている。また、光強度

測定器 3 の表面で得られた強度分布のデータが信号処理回路 5 にて電気的に信号処理される。すなわち、光強度測定器 3 の表面上の多数の被照射位置とその被照射位置に対する被照射強度とが対応する形で加工されて対応するデータがコントローラ 7 に送られる。モニタ装置にて光強度分布を確認しながら必要な箇所の強度分布を変更するために、変更が必要な位置と強度のデータをコントローラに入力することによってレーザ光源 $1\ 1 \cdots m\ n$ のうち、該当するレーザ光源に供給する電力を変更することによってそのレーザ光源から出力されるビーム強度が変更されるように制御される。

また、光強度測定器 3 と同等の検出器 $3'$ を脆性材料 W の裏側に設け、材料裏面と平行な水平方向に移動するように移動機構 $4'$ を設けておけば、脆性材料 W の表面側と合わせて裏面側の透過した光強度を確認することも可能である。

例えば、脆性材料 W が薄い際は裏面側での光強度が必要以上であって、その漏れてくる光エネルギーはクラックの形成に寄与しない無駄なエネルギー消費に相当する。こうした無駄を抑えるためにも、切断作業の前に裏面側の透過光強度を測定し、もしその値が局部的または全体的に大きければ各レーザ光源 $1\ 1$ 、 $1\ 2$ 、 \cdots 、 $m\ 1$ 、 $m\ 2$ 、 \cdots 、 $m\ n$ からの光出力を減少させてから切断作業を実行しても同等の加工性能が得られることになる。

以上の実施形態によれば、複数のレーザ光源（半導体レーザ） $1\ 1$ 、 $1\ 2$ 、 \cdots 、 $m\ 1$ 、 $m\ 2$ 、 \cdots 、 $m\ n$ を用いて、加工対象の脆性材料 W の表面に複数のレーザ光 L を同時に照射しているので、必要な熱効果を脆性材料 W の広い表面領域において同時に作用させて熱歪を広範囲にわたって発生させることが可能となる。その結果、レーザ光 L を脆性材料 W の表面上の所定方向に沿って相対運動をさせながら走査してゆく際に、深い領域まで延びる亀裂を高速で進展させることができる。

なお、本実施形態では、レーザ光源 $1\ 1$ 、 $1\ 2$ 、 \cdots 、 $m\ 1$ 、 $m\ 2$ 、 \cdots 、 $m\ n$ からのレーザ光 L の照射により、脆性材料 W の内部深くまで亀裂を入れる切断加工、あるいは脆性材料 W の加工始点に形成した亀裂をレーザ光照射により進展させて脆性材料 W を完全に分離する割断加工のいずれの加工も可能である。

本実施形態によれば、光強度測定器 3 を脆性材料 W の表面近くで水平に移動さ

せ、その光強度測定器3からの出力信号を処理して合成強度分布をモニタ画面に写し出すようにしているので、複数のレーザ光の合成強度分布が必要とする強度分布になっているか（例えば、所定位置で所定の強度の値が得られるか）どうかがモニタ画面上に表示される、例えば照射位置と強度データ値にて確認すること 5 ができる。

また、出力強度が異なるレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ を用いて、例えば、図1のレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ の配列において、図3Bに示したように、中央に位置するレーザ光源の光強度を、両側の列のレーザ光源の光強度に較べて強くなるようにした場合、合成光強度分布 10 が、どのような形態になっているのかを、光強度測定器3からの出力信号を解析することにより確認することができる。こうした場合に、合成光強度分布が所定の形状となっていない場合には、各レーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ の電流値をコントローラ7へ必要なデータを入力することによって制御することにより、希望する合成光強度分布を得ることができる。

15 本発明の実施形態において、複数のレーザ光源 $1_1, 1_2, \dots, m_1, m_2, \dots, m_n$ のうち、駆動するレーザ光源の選択、あるいは中空光ファイバ $1_0 \dots 1_0$ の先端側の配置（束ね方）を適宜に選定することにより、脆性材料Wに照射するレーザ光のビーム形状を任意に設定することができる。

20 例えば、図4（A）～（D）に模式的に示すような楕円リングモードビーム、あるいは図4（E）（F）（G）に示すように、楕円リングモードの外形形状をもつ光強度分布において、各リング状それぞれの光強度分布領域内の右端付近、中央付近、左端付近にこれらの周辺領域よりも光強度が高い領域をもつように構成させることも可能である。こうした状況を模式的に示すために、特に光強度が強い領域をハッチングして表示している。図5（A）に示すV字状ビーム、図5 25 （B）に示すU字状ビーム、図5（C）に示す三角形状ビーム、図5（D）に示すスリット状ビームなど、様々なビーム形状を特殊なレンズや回折格子といった光学素子を用いて光学系に工夫を加えることなしに形成させることができる。この場合、ビームの縦幅が狭い方が速度と精度に効果的である。また、ビームの横幅が長い方が速度と精度に効果的である。

従って、加工対象となる脆性材料Wに最適なビーム形状を、予めコンピュータを用いた応用分析解析、熱伝導による温度分布解析から、加工対象条件（ガラス材質、厚み等）に対応して予想される最適光強度分布形状に応じて組み合わせに必要な数と強度と配置を適切に設定したビーム形状のレーザ光を脆性材料Wに照射することが可能となる。

しかも、出力強度の異なる複数のレーザ光源を用いることにより、脆性材料の表面に照射するレーザ光の合成光強度分布も任意に設定することができるので、強度分布を加味した力学的計算等を行うことによって、最適なビーム形状で、かつ最適な光強度分布のレーザ光を脆性材料Wに照射することが可能となり、加工の高速化をより一層高めることができる。また、使用するレーザ光源の単価と数量を考慮して実施する場合の経済性を考慮しなければならないが、加工対象の材料の表面領域の全長にわたって合成されたレーザ光が照射されるように配置しておいて、順次端の方のレーザ光源からレーザ光が照射されるように各レーザ光源のビーム出力の発生時刻を制御することによって、通常の單一レーザ光源の場合に行なわれるレーザ光源の移動や、テーブルの機械的な移動をせずに、亀裂形成を材料の一端から他端まで誘導させていくことも可能である。こうした照射方法を、曲面に沿ってレーザを照射して切断する場合や円形に材料を切断する場合にも応用することが可能である。

以上の実施形態では、半導体レーザを用いた例を示したが、本発明は、これに限られることなく、CO₂・レーザやYAGレーザ等の他の各種のレーザ装置を適用してもよい。なお、CO₂・レーザ等の高出力のレーザ装置を用いる場合、レーザ光を脆性材料の表面に導く光導波路としては、低損失な伝送が可能な中空光ファイバ及び中空導波路等（松浦 祐司、宮城 光信：応用物理、第68巻、pp. 41-43 1993年及び同第62巻、pp. 44-46 1993年）を用いることが可能である。

産業上の利用可能性

以上のように、本発明によれば、レーザ光が同時に照射される照射面積が増加し、加工対象の脆性材料表面上のレーザ光の照射面積が大幅に広がって、照射時

間当たりに加熱される内部の加熱体積が増加する結果、加工速度を向上させることが可能である。また、脆性材料の加工に低出力の半導体レーザを用いることが可能になるなど、加工対象となる脆性材料に最適な条件で加工を行うことが可能になる点でも有益である。

請 求 の 範 囲

1. レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する方法において、複数のレーザ光源からのレーザ光を同時に脆性材料に照射して、脆性材料表面上のレーザ光の照射範囲を所定形状にして移動させることを特徴とする脆性材料の加工方法。
2. 各レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に導く複数の光導波路を設けるとともに、それら光導波路を束ねた状態で、脆性材料の表面にレーザ光を合成して照射することを特徴とする請求の範囲第1項記載の脆性材料の加工方法。
3. 出力強度が異なる複数のレーザ光源を組み合わせて、脆性材料の表面に照射するレーザ光の合成強度分布を調整することを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の脆性材料の加工方法。
4. 脆性材料の表面に照射するレーザ光のビーム形状が、目的とする形状となるように、複数のレーザ光の脆性材料表面への各照射スポット位置を設定することを特徴とする請求の範囲第1項、第2項または第3項記載の脆性材料の加工方法。
5. レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する加工装置において、複数のレーザ光源と、その各レーザ光源からのレーザ光を脆性材料の表面に導く光導波路と、脆性材料へのレーザ光照射位置を移動させる走査手段と、脆性材料のレーザ光照射面における光強度を測定するための光強度測定手段と、光強度測定手段を脆性材料のレーザ光照射面に沿って移動させる移動手段を備え、その光強度測定手段の出力を、脆性材料の表面に照射される複数のレーザ光の合成強度分布の測定情報として用いるように構成されていることを特徴とする脆性材料の加工装置。
6. 前記複数のレーザ光の照射スポット位置が順次移動する様に、前記複数のレーザ光源の発光開始時刻を順次所定の時間差で制御することを特徴とする請求の範囲第4項の脆性材料の加工方法。

補正書の請求の範囲

[2003年8月15日(15.08.03)国際事務局受理：出願当初の請求の範囲
1-6は補正された；新しい請求の範囲7及び8が加えられた。(2頁)]

1. (補正後) レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を前記脆性材料の所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する方法において、

複数のレーザ光源から各レーザ光を脆性材料に導く複数の導波路を設け、これらの導波路を束ねた状態で、前記複数のレーザ光源を駆動することにより、所定形状をなすレーザ合成光を前記脆性材料の表面に照射するとともに、前記複数のレーザ光源の光強度をそれぞれ制御することにより、このレーザ合成光の光強度分布を調整することを特徴とする脆性材料の加工方法。

2. (補正後) 前記複数のレーザ光源を選択的に駆動することにより、前記レーザ合成光の形状を設定することを特徴とする請求の範囲第1項記載の脆性材料の加工方法。

3. (補正後) 前記複数の導波路の束ね方を選定することにより、前記レーザ合成光の形状を設定することを特徴とする請求の範囲第1項記載の脆性材料の加工方法。

4. (補正後) 前記複数のレーザ光源の出力強度を異なるようにしたことを特徴とする請求の範囲第1項記載の脆性材料の加工方法。

5. (補正後) 前記複数のレーザ光源の発光開始時刻を順次所定の時間差で制御することにより、前記レーザ合成光の形状を設定することを特徴とする請求の範囲第1項記載の脆性材料の加工方法。

6. (補正後) レーザ光源からのレーザ光を脆性材料に照射するとともに、その照射位置を所定のライン上に沿って移動させることにより脆性材料を加工する加工装置において、

複数のレーザ光源と、

各レーザ光源からレーザ光を当該脆性材料の表面に導く、束ねられた複数の導波路と、

当該脆性材料へのレーザ光の照射位置を移動させる走査手段と、
を備え、

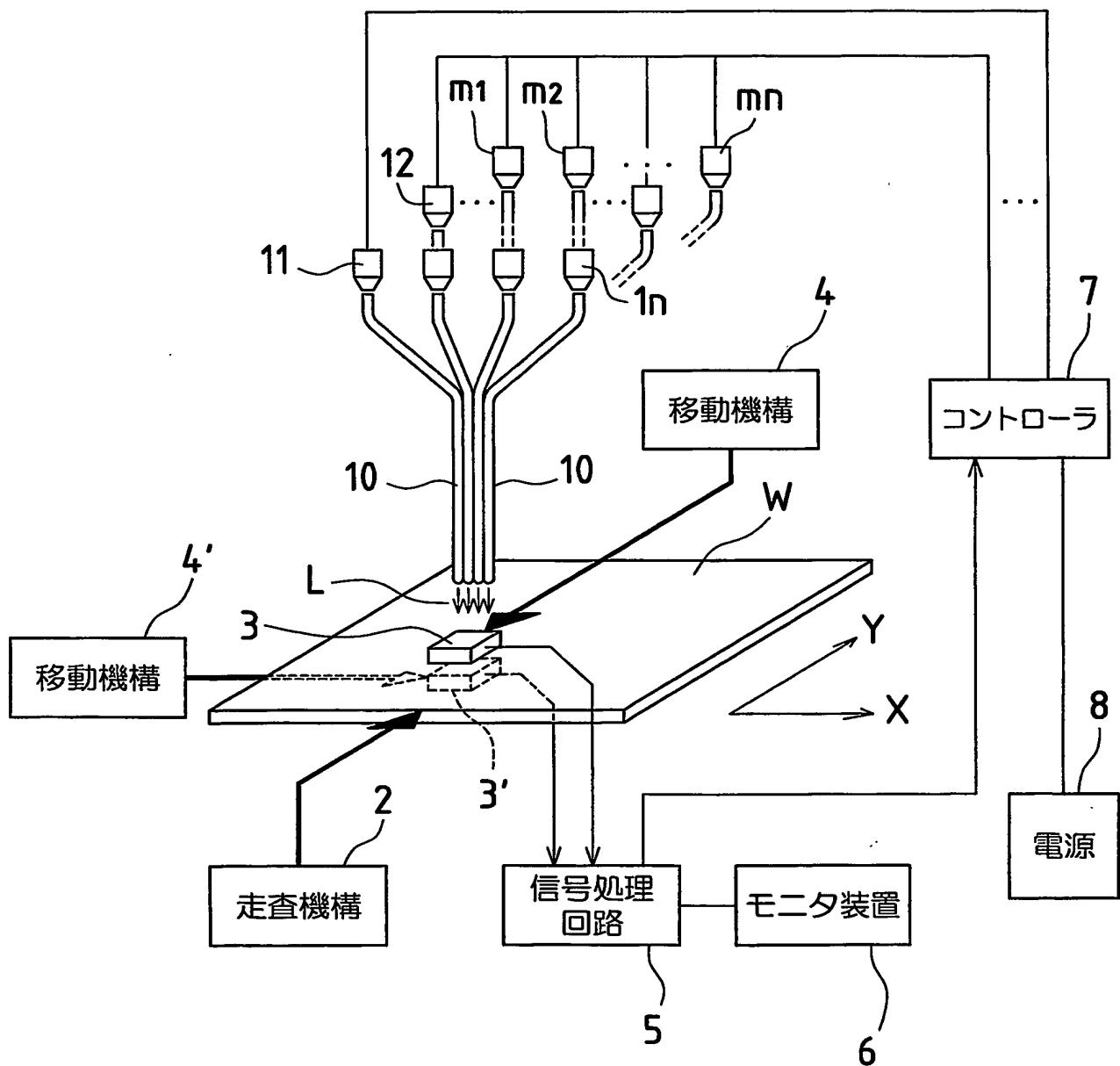
前記束ねられた複数の導波路により、当該脆性材料の表面に所定形状をなすレーザ合成光を照射するとともに、前記複数のレーザ光源の光強度をそれぞれ制御することにより、このレーザ合成光の光強度分布を調整するよう構成されたことを特徴とする脆性材料の加工装置。

7. (追加) 前記脆性材料の前記レーザ合成光の照射面の光強度分布を測定する光強度測定手段を具備することを特徴とする請求の範囲第6項記載の脆性材料の加工装置。

8. (追加) 前記光強度測定手段を当該脆性材料のレーザ光照射面に沿って移動させる移動手段を具備することを特徴とする請求の範囲第7項記載の脆性材料の加工装置。

1/4

図1



2/4

図2

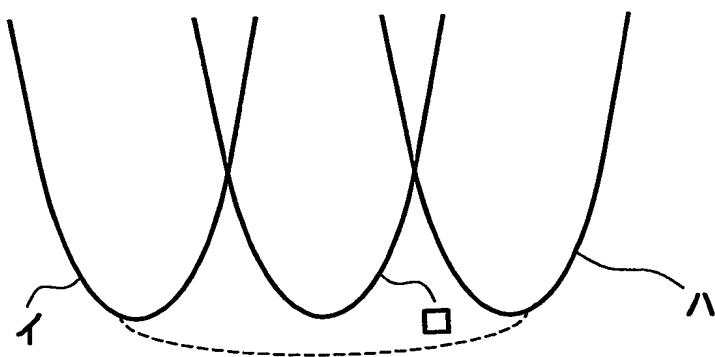


図3A

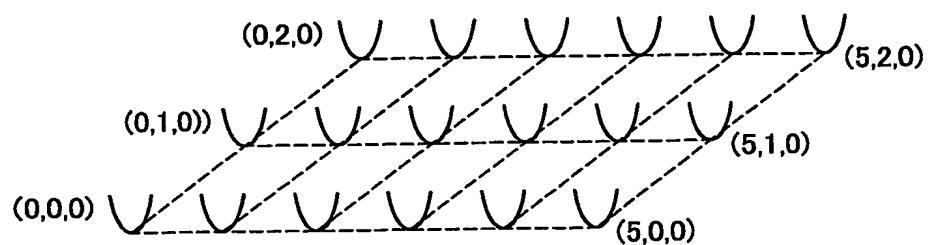
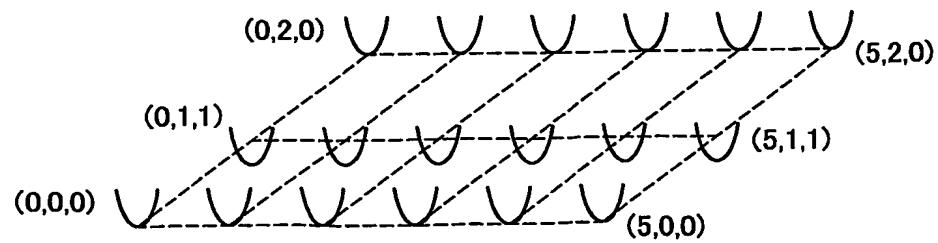
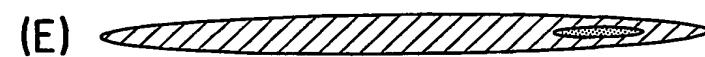
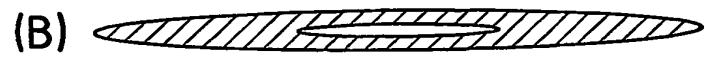
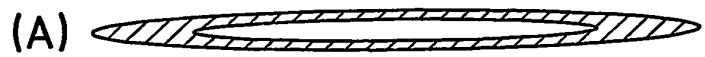


図3B



3/4

図4



4/4

図5

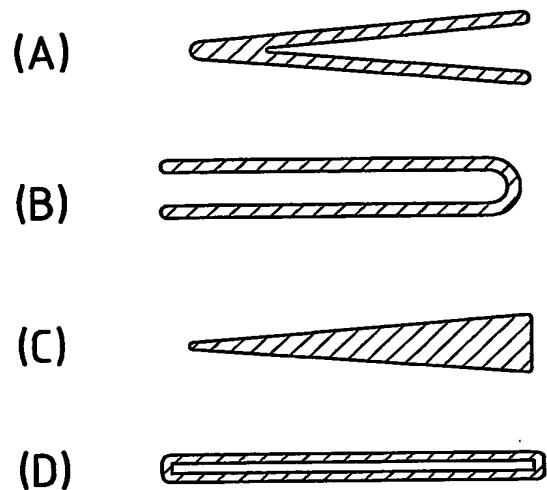
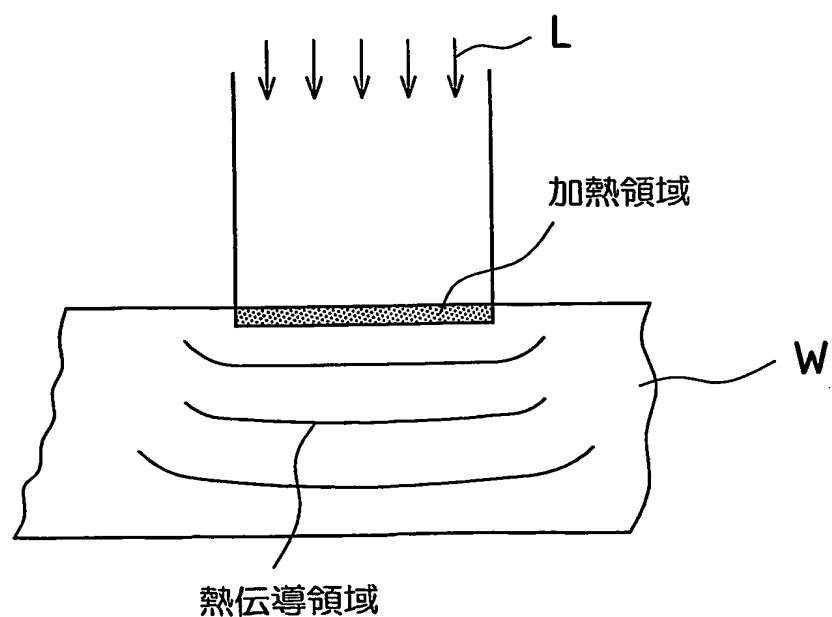


図6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/02941A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.C1⁷ B28D5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.C1⁷ B28D5/00, B23K26/00Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 9-155851 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 17 June, 1997 (17.06.97), (Family: none)	1-6
Y	WO 01/59505 A (HAMAMATSU PHOTONICS KABUSHIKI KAISHA), 16 August, 2001 (16.08.01), & AU 3228501 A & JP 2001-228449 A	1-6
Y	JP 2002-35979 A (Mitsubishi Electric Corp.), 05 February, 2002 (05.02.02), (Family: none)	3
Y	JP 2001-53368 A (Nidek Co., Ltd.), 23 February, 2001 (23.02.01), (Family: none)	3

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 04 June, 2003 (04.06.03)	Date of mailing of the international search report 17 June, 2003 (17.06.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/02941

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-245059 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 14 September, 1999 (14.09.99), (Family: none)	5
Y	JP 10-6051 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 13 January, 1998 (13.01.98), (Family: none)	5
A	JP 2001-255491 A (Kabushiki Kaisha Nittetsu Techno Research), 21 September, 2001 (21.09.01), (Family: none)	1-6
A	JP 2002-6510 A (NTN Corp.), 09 January, 2002 (09.01.02), (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' B28D5/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C1' B28D5/00
B23K26/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996
日本国公開実用新案公報 1971-1996
日本国登録実用新案公報 1994-2003
日本国実用新案登録公報 1996-2003

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 9-155851 A (住友重機械工業株式会社) 19 97. 06. 17 (ファミリーなし)	1-6
Y	WO 01/59505 A (HAMAMATSU PHOTO NICS K. K) 2001. 08. 16 & AU 3228 501 A & JP 2001-228449 A	1-6
Y	JP 2002-35979 A (三菱電機株式会社) 200 2. 02. 05 (ファミリーなし)	3

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 04. 06. 03

国際調査報告の発送日 17.06.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

千葉 成就

3P 8207

印

電話番号 03-3581-1101 内線 3362

C (続き) . 関連すると認められる文献		関連する請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	JP 2001-53368 A (株式会社ニデック) 2001. 02. 23 (ファミリーなし)	3
Y	JP 11-245059 A (住友重機械工業株式会社) 1999. 09. 14 (ファミリーなし)	5
Y	JP 10-6051 A (日産自動車株式会社) 1998. 01. 13 (ファミリーなし)	5
A	JP 2001-255491 A (株式会社日鐵テクノリサーチ) 2001. 09. 21 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2002-6510 A (エヌティエヌ株式会社) 2002. 01. 09 (ファミリーなし)	1-6